

214

PATENT  
Docket No. 449122000500

**CERTIFICATE OF HAND DELIVERY**

I hereby certify that this correspondence is being hand filed with the United States Patent and Trademark Office in Washington, D.C. on August 25, 2000.

  
Elizabeth K. Stenson

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

jc862 U.S. PTO  
09/645306  
08/25/00  


In the application of:

Christoph GLINGENER;  
Harald GEIGER; Erich GOTTWALD

Serial No.: To be assigned

Filing Date: August 25, 2000

For: SYSTEM METHOD FOR THE  
AUTOMATIC ROUTING OF DATA  
PACKETS IN AN OPTICAL DATA  
PACKET STREAM

Examiner: To be assigned

Group Art Unit: To be assigned

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119, applicant hereby claims the benefit of the filing of German patent application No. 199 40 565.4, filed August 26, 1999.

A certified copy of the priority document is attached to perfect applicant's claim for priority.

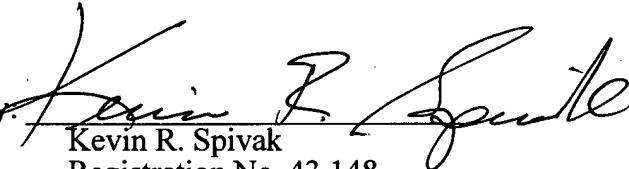
It is respectfully requested that the receipt of this certified copy attached hereto be acknowledged in this application.

This Page Blank (uspto)

In the event that the transmittal letter is separated from this document and the Patent and Trademark Office determines that an extension and/or other relief is required, applicant petitions for any required relief including extensions of time and authorizes the Commissioner to charge the cost of such petitions and/or other fees due in connection with the filing of this document to **Deposit Account No. 03-1952**. However, the Commissioner is not authorized to charge the cost of the issue fee to the Deposit Account.

Dated: August 25, 2000

Respectfully submitted,

By:   
Kevin R. Spivak  
Registration No. 43,148

Morrison & Foerster LLP  
2000 Pennsylvania Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20006-1888  
Telephone: (202) 887-1545  
Facsimile: (202) 887-0763

This Page Blank (uspto)



JC862 U.S. PTO  
09/645306  
08/25/00

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 199 40 565.4  
**Anmeldetag:** 26. August 1999  
**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren zur Leitweglenkung von Datenpaketen  
eines optischen Datenpaketstromes  
**IPC:** H 04 L, H 04 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 1. August 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Weinmayr

**This Page Blank (uspto)**

## Beschreibung

## Verfahren zur Leitweglenkung von Datenpaketen eines optischen Datenpaketstromes

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Leitweglenkung von Datenpaketen eines optischen Datenpaketstromes und ein optisches Übertragungssystem mit Leitweglenkung für Datenpakete, die jeweils durch einen datenfreien Zeitabschnitt getrennt

10 sind.

Voraussichtlich wird der paketorientierte Datenverkehr in den nächsten Jahren, getrieben durch Internetapplikationen, exponentiell ansteigen, während der Markt für festnetzgebundene

15 Telefonie nur langsam wächst. Hieraus ist für die nahe Zukunft ein erhöhter Bedarf von beispielsweise Verfahren zur Leitweglenkung von optischen Datenpaketen auf dem Gebiet der optischen Paketverarbeitung absehbar.

20 In bestehenden und zukünftigen optischen Übertragungssystemen, insbesondere in nach dem WDM-Prinzip (Wavelength Division Multiplexing) arbeitenden Übertragungssystemen, werden Daten in Form von Datenpaketen mit Hilfe eines optischen Signals übertragen, wobei die Datenpakete aus unterschiedlichen 25 Signalarten bzw. Signalformaten bestehen können und speziell beim Einsatz der WDM-Technik den einzelnen Datenpaketen mehrere Übertragungskanäle zugeordnet werden. Derartige Signalarten bzw. Signalformate können sich sowohl hinsichtlich des verwendeten Protokolls und/oder der benutzten Datenübertragungs 30 raten unterscheiden. Als Beispiele hierfür sind unter anderem ATM (Asynchronous Transfer Mode), IP (Internet Protokoll) und Gigabit Ethernet zu nennen.

35 Um die für die optische Übertragung zur Verfügung stehende Übertragungsbandbreite optimal auszunutzen, ist es insbesondere wünschenswert mit Hilfe eines optischen Datenpaketstromes mehrere unterschiedliche Signalarten übertragen und diese

verbindungsindividuell weiterleiten zu können. Hierzu wird in bislang realisierten, optischen Übertragungssystemen üblicherweise eine kontinuierliche, paketorientierte Signalstruktur verwendet, die zusätzlich die optische Transparenz des 5 optischen Übertragungssystems unterstützt. Des Weiteren erfordert die Verwendung einer derartigen Signalstruktur insbesondere, daß die benutzte, paketorientierte Signalstruktur kompatibel zu bestehenden optischen Übertragungssystemen bzw. Übertragungseinrichtungen ist sowie daß die Datenpakete ver- 10 bindungsindividuell in der jeweiligen optischen Übertragungseinrichtung weitergeleitet werden können.

In bislang realisierten Übertragungssystemen wird zur Leitweglenkung von optischen Datenpaketen, zunächst das optische 15 Datenpaket in einer optischen Vermittlungseinrichtung opto-elektrisch gewandelt und dann anhand des elektrischen Datenpaketheaders die dem jeweiligen Datenpaket zugehörige Leitweginformation ermittelt. Anhand der ermittelten Leitweginformation wird entweder das durch ein elektrisches Datensignal 20 repräsentierte Datenpaket oder das elektro-optisch gewandelte und somit durch ein optisches Datensignal repräsentierte Datenpaket vermittelt. Dies setzt eine opto-elektro-optische Wandlung des optischen Datensignals bzw. des optischen Datenpaketstromes in den optischen Übertragungseinrichtungen, in 25 denen die Datenpakete vermittelt werden, voraus.

Des Weiteren sind rein optische Paketvermittlungen bekannt, bei denen im Gegensatz zu bislang realisierten Übertragungssystemen die Vermittlung von optischen Datenpaketen ausschließlich mit Hilfe von optischen Übertragungseinrichtungen durchgeführt wird. Hierbei weist das optische Datenpaket einen optischen Datenpaketheader auf, der durch die jeweilige optische Vermittlungseinrichtung bitweise optisch verarbeitet wird. Anhand der aus dem optischen Datenpaketheader mit Hilfe 30 eines enormen technischen Aufwandes gewonnenen Vermittlungs- 35 informationen wird das zugehörige, optische Datenpaket in der Vermittlungseinrichtung vermittelt. Die Realisierung derart-

ger rein optischer Leitweglenkungsverfahren erfordert jedoch insbesondere aufgrund der für optische Übertragungssysteme üblichen, hohen Übertragungsraten im Gigaherzbereich einen erheblichen optischen, schaltungstechnischen Aufwand und einen hohen optischen Speicheraufwand, der in der Praxis zu erheblichen Realisierungsschwierigkeiten führt.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, die optische Leitweglenkung von Datenpaketen eines optischen Datenpaketstromes zu verbessern. Die Aufgabe wird ausgehend von einem Verfahren gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruches 1 durch das Merkmal des kennzeichnenden Teils gelöst.

Der wesentliche Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, daß sendeseitig Leitweginformationen in zugeordnete Frequenzgemische umgesetzt werden und durch Modulation eines Trägersignals mit diesen Frequenzgemischen Leitwegsignale erzeugt werden. Die erzeugten Leitwegsignale werden zumindest einem Datenpaket vor- und/oder nachgestellt und die Datenpakete inklusive den vor- und nachgestellten Leitwegsignalen übermittelt. Empfangsseitig werden die Leitwegsignale hinsichtlich des für die Modulation benutzten Frequenzgemisches ausgewertet und die Datenpakete anhand den aus den Frequenzgemischen gewonnenen Leitweginformationen vermittelt. Den sendeseitig zum Routen der jeweiligen Datenpakete vorliegenden Leitweginformationen werden erfindungsgemäß Frequenzgemische zugeordnet und diese auf vorteilhafte Weise zur Modulation eines festgelegten Trägersignals benutzt, wodurch ein Leitwegsignal erzeugt wird. Das erzeugte Leitwegsignal wird in einer Sendeeinheit erfindungsgemäß dem jeweiligen, zumindest einem optischen Datenpaket vor- und/oder nachgestellt und das optische Datenpaket inklusive der vor- und/oder nachgestellten Leitwegsignalen über eine optische Übertragungsstrecke zu einer Empfangseinheit übermittelt. Vorteilhaft können unterschiedliche Signalarten wie z.B. SDH-Datenpakete oder IP-Datenpakete in die Datenpakete bzw.

"Datencontainer" des optischen Datenpaketstromes verpackt werden, wobei zuvor deren Leitweginformationen aus dem von Signalart zu Signalart unterschiedlich realisierten elektrischen Datenpaketheader ausgelesen werden und umgesetzt in ein 5 Frequenzgemisch zur Erzeugung von optischen Leitwegsignalen benutzt werden, welche den in den optischen Datenpaketen verpackten Daten unterschiedlicher Signalarten bzw. Signalformate vor- und/oder nachgestellt werden. Somit können die in den optischen Datenpaketen verpackten Daten unterschiedlicher 10 Signalarten auf vorteilhafte Weise ausschließlich aufgrund der durch die empfangsseitige Auswertung der den optischen Datenpaketen vor- und nachgestellten Leitwegsignalen rückgewonnenen Leitweginformationen vermittelt bzw. geroutet werden. Dies bedeutet, daß die einzelnen optischen Datenpakete 15 in der Empfangseinheit bzw. Vermittlungseinrichtung vermittelt werden, ohne daß das komplette optische Datenpaket zunächst opto-elektrisch gewandelt und elektrisch ausgewertet werden muß. Vorteilhaft werden ausschließlich die dem optischen Datenpaket vor- und/oder nachgestellten Leitwegsignale 20 hinsichtlich der für die Modulation des Trägersignals benutzten Frequenzgemische ausgewertet und anhand der dem jeweiligen Frequenzgemisch zugeordneten Leitweginformationen geroutet. Eine derartige Auswertung der vor- und/oder nachgestellten Leitwegsignale wird durch einen geringen schaltungstechnischen Aufwand realisiert, wodurch die Verwendung einer optischen Empfangseinheit mit Taktrückgewinnung und eine komplexe Auswertelogik eingespart wird. 25

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Umsetzung der Leitweginformationen in Leitwegsignale durch die Amplitudenmodulation - Anspruch 2 - oder durch die Winkelmodulation - Anspruch 3 - eines Trägersignals mit einem Frequenzgemisch durchgeführt. Vorteilhaft ist sowohl für die Amplitudenmodulation als auch für die Winkelmodulation eines Trägersignals mit einem Frequenzgemisch kein hoher schaltungstechnischer Aufwand sowohl in der Sendeeinheit als auch in der Empfangseinheit erforderlich, insbeson-

dere die Rückgewinnung des Frequenzgemisches aus dem übertragenen Leitwegsignal in der Empfangseinheit bzw. Vermittlungsseinrichtung bei Verwendung der Amplitudenmodulation ist besonders kostengünstig und zuverlässig schaltungstechnisch

5 realisierbar.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, daß als Trägerfrequenz der Leitwegsignale die oder die halbe Datenübertragungsrate gewählt

10 wird und daß für die Modulation des Leitwegsignals niederfrequente Modulationsfrequenzen benutzt werden - Anspruch 4. Die erfindungsgemäße Wahl der oder der halben Datenübertragungsrate als Trägerfrequenz dient ausschließlich der Einsparung von Datenübertragungsressourcen innerhalb des zu übertragenden

15 Datenpaketes, d.h. für die Taktregeneration des im optischen Datenpaket übertragenen Datensignals werden nur wenige Overheadbits benötigt und somit kann über die eingesparte Datenübertragungskapazität bzw. die eingesparten Overheadbits frei verfügt werden, insbesondere können mit Hilfe der frei verfügbaren Bits zusätzliche Daten übertragen werden. Für die

20 Leitweglenkung des optischen Datenpaketes ist eine derartige Wahl der Trägersignalfrequenz irrelevant. Dies bedeutet, daß das für die erfindungsgemäße Leitweglenkung benötigte Trägersignal eine beliebige Frequenz aufweisen kann, wobei die Nebenbedingung - Modulationsfrequenzen erheblich kleiner als die gewählte Trägerfrequenz - erfüllt sein muß. Diese wird

25 durch die Verwendung von niederfrequenten Modulationsfrequenzen zur Erzeugung des Leitwegsignals erfüllt. Zusätzlich wird durch die Verwendung von niederfrequenten Modulationsfrequenzen die Auswertung des Leitwegsignals hinsichtlich des Frequenzgemisches bzw. der darin enthaltenen Leitweginformation erheblich vereinfacht und eine äußerst zuverlässige Detektion der unterschiedlichen Leitweginformationen realisierbar.

35 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird mit Hilfe des zumindest einem Datenpaket nachgestellten Leitwegsignals eine Verbindung beendet. Somit ist

die zeitliche Länge eines Datenpaketes bzw. mehrerer Datenpaket 5 einer Verbindung keinesfalls beschränkt, d.h. mehrere Datenpaket 10 einer Verbindung können unmittelbar hintereinander auf denselben Ausgang der optischen Vermittlungseinrichtung weitergeleitet bzw. geroutet werden, ohne daß den dem ersten Datenpaket folgenden Datenpaketen ein Leitwegsignal vorgestellt wird, da die Verbindung erst durch das einzige, dem letzten Datenpaketen der unmittelbar hintereinander übermittelten Datenpaket 15 dieser Verbindung nachgestellten Leitwegsignal beendet wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens insbesondere ein optisches Übertragungssystem mit Leitweglenkung für Datenpaket 15 sind den weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von zwei Blockschaltbildern und einem Diagramm näher erläutert. Dabei zeigen 20 Figur 1 in einem Blockschaltbild beispielhaft den schematischen Aufbau eines optischen Übertragungssystems, Figur 2 in einem Diagramm ein optisches Datenpaket inklusive den vor- und nachgestellten Leitwegsignalen, und Figur 3 in einem weiteren Blockschaltbild ein optisches 25 Übertragungssystem mit Leitweglenkung für Datenpaket.

In Figur 1 ist ein beispielsweise eine erste, zweite und dritte, optische Übertragungseinrichtung OTE1-OTE3 aufweisen-30 des, optisches Übertragungssystem OTS dargestellt, wobei bei- spielsweise die erste optische Übertragungseinrichtung OTE1 einen ersten Eingang i1 und einen ersten Ausgang e1, die zweite optische Übertragungseinrichtung OTE2 einen zweiten Eingang i2 und einen zweiten Ausgang e2 sowie die dritte op-35 tische Übertragungseinrichtung OTE3 einen dritten Eingang i3 und einen dritten Ausgang e3 aufweist. Des weiteren ist in der optischen Übertragungseinrichtung OTS ein optischer Netz-

knoten ONK vorgesehen, der beispielsweise einen ersten, zweiten und dritten Knoteneingang  $ik_1, ik_2, ik_3$  sowie einen ersten, zweiten und dritten Knotenausgang  $ek_1, ek_2, ek_3$  aufweist. Der erste Ausgang  $e_1$  der ersten optischen Übertragungseinrichtung 5 OTE1 ist über eine erste optische Faser OF1 mit dem ersten Knoteneingang  $ik_1$  des optischen Netzknotens ONK verbunden und der erste Knotenausgang  $ek_1$  ist mit Hilfe der zweiten optischen Faser OF2 an den zweiten Eingang  $i_2$  der zweiten optischen Übertragungseinrichtung OTE2 angeschlossen. Analog dazu 10 ist der zweite Ausgang  $e_2$  der zweiten optischen Übertragungseinrichtung OTE2 über die dritte optische Faser OF3 an den zweiten Knoteneingang  $ik_2$  des optischen Netzknotens ONK sowie der zweite Knotenausgang  $ek_2$  des optischen Netzknotens ONK über die vierte optische Faser OF4 an den ersten Eingang  $i_1$  15 der ersten optischen Übertragungseinrichtung OTE1 angeschlossen. Somit sind die erste und zweite optische Übertragungseinrichtung OTE1, OTE2 über den optischen Netzknoten OKN zur optischen Übertragung von Daten verbunden, wobei bevorzugt ein erster Datenstrom DS1 in einer ersten Übertragungsrichtung TD1 zur optischen Übertragung von Daten von der ersten 20 zur zweiten optischen Übertragungseinrichtung OTE1, OTE2 und ein zweiter Datenstrom DS2 in einer zweiten Übertragungsrichtung TD2 zur optischen Übertragung von Daten von der zweiten zur ersten optischen Übertragungseinrichtung OTE2, OTE1 vorgesehen ist. 25

Des weiteren ist die dritte optische Übertragungseinrichtung OTE3 beispielsweise zum Einspeisen von Daten in den ersten und/oder den zweiten Datenstrom DS1, DS2 über eine erste und 30 zweite optische Verbindungsfasern OV1, OV2 an den optischen Netzknoten ONK angeschlossen, wobei der dritte Knoteneingang  $ik_3$  bzw. der dritte Knotenausgang  $ek_3$  des optischen Netzknotens ONK mit dem dritten Ausgang  $e_3$  bzw. mit dem dritten Eingang  $i_3$  der dritten optischen Übertragungseinrichtung OTE3 35 verbunden ist. Somit können beispielsweise in der dritten optischen Übertragungsrichtung OTE3 vorhandene Daten mit Hilfe der ersten und zweiten Verbindungsfasern OV1, OV2 und dem op-

tischen Netzketten ONK in erster oder zweiter Übertragungsrichtung TD1,TD2 in den ersten oder zweiten Datenstrom DS1,DS2 eingespeist oder an die dritte optische Übertragungseinrichtung OTE3 zu übermittelnde Daten aus dem ersten oder zweiten Datenstrom DS1,DS2 ausgelesen sowie zur dritten optischen Übertragungseinrichtung OTE3 übertragen werden.

In Figur 2 ist in einem Diagramm beispielsweise ein optisches Datenpaket DP inklusive den erfindungsgemäßen vor- und nachgestellten Leitwegsignalen LS1,LS2 dargestellt. Die Vielzahl der Datenpakete DP inklusive ihrer vor- und nachgestellten Leitwegsignalen LS1,LS2 der unterschiedlichen Verbindungen bildet den ersten bzw. zweiten Datenstrom DS1,DS2. Desweiteren weist das Diagramm eine horizontale und eine vertikale Achse T,OSA auf, wobei durch die horizontale Achse die Zeit T bzw. der Zeitpunkt des Anfangs und des Endes der Übertragung eines Datenpaketes DP bzw. der vor- und nachgestellten Leitwegsignale LS1,LS2 und durch die vertikale Achse OSA die Amplitude OSA des optischen Signals OS bzw. der zu übertragenen, optischen Daten angezeigt wird. Der erste und zweite Datenstrom DS1,DS2 weisen erfindungsgemäß Datenpakete DP inklusive den vor- und nachgestellten Leitwegsignalen LS1,LS2 auf, wobei die Datenpakete DP des ersten und zweiten Datenstromes DS1,DS2 jeweils durch eine Mindestlänge aufweisende, datenfreie Zeitabschnitte L getrennt sind. In Figur 2 sind beispielhaft ein Datenpaket DP und ein erstes und ein zweites Leitwegsignal LS1,LS2 zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt, wobei das erste Leitwegsignal LS1 dem Datenpaket DP vorgestellt und das zweite Leitwegsignal LS2 dem Datenpaket DP nachgestellt ist. Desweiteren wird durch die Amplitude OSA des das Datenpaket DP bzw. das erste und zweite Leitwegsignal LS1,LS2 repräsentierenden optischen Signals OS ein maximaler Signalamplitudenwert  $SA_{max}$  nicht überschritten und ein minimaler Signalamplitudenwert  $SA_{min}$  nicht unterschritten. Durch das erste Leitwegsignal LS1 können beispielsweise Leitweginformationen über die den Leitweg darstellenden, folgenden Netzketten ONK bzw. optischen Übertra-

gungseinrichtungen an das Datenpaket DP angefügt sein, wobei mit Hilfe des zweiten Leitwegsignals LS2 beispielsweise das Ende eines Datenpaketes DP bzw. einer Gruppe von Datenpaketen DP einer Verbindung der optischen Übertragungseinrichtung 5 OTE1 bis OTE3 oder dem optischen Netzknoten ONK angezeigt werden kann.

Zur Erläuterung des Aufbaus des optischen Signals OS sind in Figur 2 ein erster bis vierter Zeitpunkt  $t_1-t_4$  beispielhaft 10 dargestellt, die den Beginn bzw. das Ende der Übertragung eines Datenpaketes DP bzw. des ersten oder zweiten Leitwegsignals LS1, LS2 markieren. Nach einem datenfreien Zeitabschnitt L wird zum ersten Zeitpunkt  $t_1$  mit der Übertragung des ersten Leitwegsignals LS1 begonnen und solange fortgesetzt bis das dem Datenpaket DP vorgestellte, erste Leitwegsignal LS1 vollständig übertragen wurde. Zum zweiten Zeitpunkt  $t_2$  ist das zeitliche Ende des ersten Leitwegsignals LS1 erreicht und das optische Datenpaket DP wird übertragen. Im Anschluß an die Übertragung des optischen Datenpaketes DP 15 20 wird zum dritten Zeitpunkt  $t_3$  das dem optischen Datenpaket DP nachgestellte, zweite Leitwegsignal LS2 übermittelt. Zum vierten Zeitpunkt  $t_4$  ist das Ende des zweiten Leitwegsignals LS2 erreicht und ein weiterer datenfreier Zeitabschnitt L schließt sich an.

25 Das zuvor beschriebene optische Signal OS ist in Figur 2 beispielhaft nur ausschnittsweise dargestellt, d.h. zur optischen Übertragung von Daten mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Vielzahl derartiger optischer Datenpakte 30 DP mit vor- und nachgestellten Leitwegsignalen LS1, LS2 verwendet, die in Ihrer Gesamtheit den kontinuierlichen ersten und zweiten Datenstrom DS1, DS2 darstellen. Dabei weisen die datenfreien Zeitabschnitte L zwischen aufeinanderfolgenden Datenpaketen DP und den vor- und nachgestellten Leitwegsignalen LS1, LS2 eine zeitliche Mindestlänge auf, die deutlich kleiner als eine Millisekunde, d.h. im Mikrosekundenbereich, ist. Dies ermöglicht den Einsatz von ökonomisch

günstigen, elektronischen Schaltungen beispielsweise zur Steuerung der Vermittlung der optischen Datenpakete DP inklusive der vor- und nachgestellten Leitwegsignale LS1, LS2.

5 In Figur 3 ist ein Blockschaltbild zur Erläuterung des erfindungsgemäßen optischen Übertragungssystems OTS mit Leitweglenkung für Datenpakete DP dargestellt, wobei das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise anhand einer vorteilhaften Realisierung innerhalb des optischen Netzknotens ONK und der 10 ersten optischen Übertragungseinrichtung OTE1 erläutert wird. Hierzu wird der schematische Aufbau der ersten optischen Übertragungseinrichtung OTE1 und des optischen Netzknotens ONK - wie bereits in Figur 1 dargestellt - näher erläutert. Der erste Eingang i1 bzw. der erste Ausgang e1 der ersten optischen Übertragungseinrichtung OTE1 sind über die vierte bzw. 15 erste optische Faser OF4, OF1 an den zweiten Ausgang ek2 bzw. den ersten Eingang ik1 des optischen Netzknotens ONK angeschlossen, wobei über die erste optische Faser OF1 ein erster Datenstrom DS1 und über die vierte optische Faser OF4 ein zweiter Datenstrom DS2 entgegengesetzt zum ersten Datenstrom DS1 übertragen wird. Des Weiteren ist der zweite Eingang ik2 und der dritte Ausgang ek3 des optischen Netzknotens ONK über die erste und zweite optische Verbindungsfasern OV1, OV2 an die dritte optische Übertragungseinrichtung OTE3 sowie der dritte 20 Eingang ik3 und der erste Ausgang ek1 des optischen Netzknotens ONK über die zweite und dritte optische Faser OF2, OF3 an die zweite optische Übertragungseinrichtung OTE2 angeschlossen - in Figur 3 durch strichliert gezeichnete Linien ange- 25 deutet.

30

Die erste optische Übertragungseinrichtung OTE1 weist eine Sendeeinheit TU, eine Steuereinheit MC, eine Modulationseinheit MU, eine Generationseinheit GU, eine Speichereinheit SE sowie eine Umsetzeinheit CU auf, wobei die Sendeeinheit TU, 35 die Modulationseinheit MU, die Generationseinheit GU, die Speichereinheit SE und die Umsetzeinheit CU an die Steuereinheit MC eingeschlossen sind. Des Weiteren ist der an die erste

optische Faser OF1 angeschlossene erste Ausgang e1 der ersten optischen Übertragungseinrichtung OTE1 an die Sendeeinheit TU angeschlossen. In der Speichereinheit SE sind die jeweiligen, zu übertragenden Datenpakete DP und die zugehörigen Leitwe-  
5 ginformationen lix gespeichert und können durch die Steuer- einheit MC im Rahmen eines Lesezykluses aus der Speicherein- heit SE gelesen werden.

10 Im optischen Netzknoten ONK sind beispielsweise eine zentrale Steuereinheit CPU, eine Leitweglenkeinheit LU, eine Schalt- einheit SWU, eine Empfangseinheit RU sowie ein optisches Ver- zögerungsglied DE angeordnet, wobei die Leitweglenkeinheit LU eine Synchronisationseinheit SYNC und eine Auswerteeinheit EVU aufweist. Des weiteren ist der erste Eingang ikl des op-  
15 tischen Netzknottens ONK über die Empfangseinheit RU an einen optischen Koppler OK angeschlossen, der das übertragene opti- sche Signal OS bzw. den ersten Datenstrom DS1 in einen ersten Hauptdatenstrom DS11 und einen ersten Nebendatenstrom DS12 aufteilt, wobei der erste Hauptdatenstrom DS11 an das opti-  
20 sche Verzögerungsglied DE und der erste Nebendatenstrom DS12 an die Leitweglenkeinheit LU übermittelt werden, d.h. der optische Koppler OK ist an das optische Verzögerungsglied DE und an die Leitweglenkeinheit LU angeschlossen. Die Schalt- einheit SWU ist mit dem ersten und dritten Ausgang ek1, ek3  
25 des optischen Netzknottens ONK und mit dem optischen Verzöge- rungsglied DE sowie mit der Leitweglenkeinheit LU bzw. der Auswerteeinheit EVU der Leitweglenkeinheit LU verbunden. Des weiteren ist die zentrale Steuereinheit CPU sowohl an die Synchronisationseinheit SYNC als auch an die Auswerteeinheit  
30 EVU der Leitweglenkeinheit LU angeschlossen.

35 Im gewählten Ausführungsbeispiel wird durch die in der ersten optischen Übertragungseinrichtung OTE1 angeordneten Generati- onseinheit GU, gesteuert von der Steuereinheit MC, ein Trä- gersignal cs mit einer festgelegten Trägerfrequenz, bei- spielsweise die oder die halbe Datenübertragungsrate, erzeugt und an die Steuereinheit MC übertragen. Des weiteren wird

durch die Steuereinheit MC ein Datenpaket DP und die zugehörige Leitweginformation lix aus der Speichereinheit SE ausgesehen. In Figur 3 sind beispielsweise ein erstes und zweites Datenpaket DP1,DP2 und die zugehörige erste und zweite Leitweginformation li1,li2 dargestellt. Zunächst wird mit Hilfe der Umsetzeinheit CU beispielsweise die erste Leitweginformation li1 des ersten Datenpaketes DP1 in ein erstes Frequenzgemisch FG1 umgesetzt und das Trägersignal cs durch die Modulationseinheit MU und mit Hilfe des ersten Frequenzgemisches FG1 zu einem ersten Leitwegsignal LS1 moduliert. Zusätzlich wird beispielsweise mit Hilfe eines vordefinierten Standard-Frequenzgemisches SFG ein zweites Leitwegsignal LS2 zur Kennzeichnung des Endes des ersten Datenpaketes DP1 bzw. des letzten Datenpaketes DP einer Verbindung erzeugt. Die Umsetzung bzw. Modulation des Trägersignals cs mit Hilfe des jeweiligen Frequenzgemisches FG1,SFG wird beispielsweise mit Hilfe der Amplituden- oder Winkelmodulation durchgeführt, wobei die jeweiligen Frequenzgemische FG1,SFG überwiegend aus niederfrequenten Frequenzen zusammengesetzt sind. Das erzeugte erste Leitwegsignal LS1 wird mit Hilfe der Steuereinheit SE dem ersten Datenpaket DP1 vor- und das erzeugte zweite Leitwegsignal LS2 dem ersten Datenpaket DP1 nachgestellt. Analog dazu werden sämtliche in der ersten optischen Übertragungseinrichtung OTE1 zur Übertragung vorliegenden Datenpakte DP mit Ihren Leitweginformationen lix verknüpft und anschließend in dem ersten Datenstrom DS1 seriell an die Sendeeinheit TU übertragen. Von der Sendeeinheit TU wird das erste Datenpaket DP1 inklusive den vor- und nachgestellten ersten und zweiten Leitwegsignal LS1,LS2 über die erste optische Faser OF1 zum Empfangseinheit RU des optischen Netzknoten ONK übertragen.

Das in der Empfangseinheit RU empfangene optische Signal OS bzw. der erste Datenstrom DS1 wird mit Hilfe des nachfolgenden optischen Kopplers OK in den ersten Hauptdatenstrom DS11 und den ersten Nebendatenstrom DS12 aufgeteilt. Der erste Hauptdatenstrom DS11 wird mit Hilfe des optischen Verzöge-

rungsgliedes DE um eine Mindestlänge verzögert, wobei sich die Mindestlänge zumindest aus der für die Auswertung des vorgestellten ersten Leitwegsignales LS1 und der zum Durchschalten des Leitweges LW benötigten Schaltdauer zusammen-  
5 setzt.

Der erste Nebendatenstrom DS12 wird an die Synchronisationseinheit SYNC der Leitweglenkeinheit LU übertragen, d.h. das erste Datenpaket DP1 inklusive des vor- und nachgestellten, 10 ersten und zweiten Leitwegsignals LS1,LS2 werden an die Synchronisationseinheit SYNC übermittelt. In der Synchronisationseinheit SYNC wird das modulierte Trägersignal cs des dem ersten Datenpaket DP1 vorgestellten ersten Leitwegsignals LS1 zur Takt synchronisierung verwendet, d.h. durch die an die Datenübertragungsrate angepaßte Frequenz des Trägersignals cs kann dieses Trägersignal cs vorteilhaft zur Taktregeneration im optischen Netz knoten ONK benutzt werden. Somit werden aus dem Trägersignal cs Taktinformationen ti gewonnen, die an die zentrale Steuereinheit CPU übermittelt werden.  
15

20 Von der Synchronisationseinheit SYNC wird das erste Datenpaket DP1 inklusive des vor- und nachgestellten ersten und zweiten Leitwegsignales LS1,LS2 zu der Auswerteeinheit EVU der Leitweglenkeinheit LU übertragen. In der Auswerteeinheit EVU wird zunächst der Vorlauf bzw. das dem ersten Datenpaket DP1 vorgestellte erste Leitwegsignal DS1 detektiert und mit Hilfe der zentralen Steuereinheit CPU verarbeitet. Dabei wird das zur Modulation des Trägersignals cs benutzte erste Frequenzgemisch FG1 detektiert und beispielsweise die durch das 25 erste Frequenzgemisch FG1 rückgewonnene erste Leitweginformation l11 für die Leitweglenkung des ersten Datenpaketes DP1 in ein Steuersignal ss zur Steuerung der Schalteinheit SWU umgesetzt. Mit Hilfe des Steuersignals ss wird durch die Schalteinheit SWU für die Verbindung bzw. das einer Verbindung zugehörige erste Datenpaket DP1 inklusive den vor- und nachgestellten ersten und zweiten Leitwegsignalen LS1,LS2 ein spezifizierten Kanal bzw. eine spezifizierte optische Fa-  
30  
35

ser OF ausgewählt und das durch das optische Verzögerungsglied DE geeignet verzögerte, erste Datenpaket DP1 inklusive den vor- und nachgestellten ersten und zweiten Leitwegsignalen LS1,LS2 durchgeschaltet. Dieses Steuersignal ss liegt so lange unverändert an der Schalteinheit SWU an, bis durch die Auswerteeinheit EVU die zweite, das Ende der Übertragung des ersten Datenpaketes DP1 repräsentierende Leitwegsignal LS2 detektiert wird. Nach der Detektion des mit dem Standard-Frequenzgemisch erzeugten, zweiten Leitwegsignals LS2 wird die Übertragung des Steuersignals ss an die Schalteinheit SWU beendet. Des weiteren wird beispielsweise nach erfolgreicher Auswertung des ersten und zweiten Leitwegsignales LS1,LS2 das in der Auswerteeinheit EVU vorliegende erste Datenpaket DP1 inklusive den getrennt verarbeitenden ersten und zweiten Leitwegsignalen LS1,LS2 verworfen.

In Figur 3 ist anhand einer punktierten Linie der für das erste Datenpaket DP1 durchgeschaltete Leitweg LW in der Schalteinheit SWU dargestellt. Das erste Datenpaket DP1 inklusive den vor- und nachgestellten ersten und zweiten Leitwegsignalen LS1,LS2 wird im dargestellten Ausführungsbeispiel über die zweite optische Verbindungsfaser OV2 an die dritte optische Übertragungseinrichtung OTE3 weitergeleitet.

Werden mehrere Datenpakete DP einer Verbindung unmittelbar hintereinander im ersten Datenstrom DS1 übertragen, so wird dem ersten Datenpaket DP1 dieser Gruppe von Datenpaketen DP einer Verbindung das erste Leitwegsignal LS1 vorgestellt und dem Letzten der Gruppe von Datenpaketen DP das zweite Leitwegsignal LS2 nachgestellt. Dadurch wird erreicht, daß das Steuersignal ss über den Zeitraum der Übertragung der Gruppe von Datenpaketen DP anliegt und sämtliche Datenpakete DP der Gruppe mit Hilfe der Schalteinheit SWU an denselben Ausgang weitergeschaltet werden.

35

Für die Realisierung der Schalteinheit SWU können beispielsweise optische Verzweiger mit Polarisationsstrahlteilern,

elektrisch schaltbaren Polarisationsdrehern und Polarisationsfiltern sowie gegebenenfalls auch optische Verstärker vorgesehen sein. Alternativ dazu könnten auch optische Verzweiger mit Hilfe von Halbleiterverstärkern verwendet werden.

5

Die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist keinesfalls auf WDM-Übertragungssysteme beschränkt, sondern kann durchaus für die Leitweglenkung von Datenpaketen DP über beliebige optische, paketorientierte Übertragungstrecken eingesetzt werden.

10

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Leitweglenkung von Datenpaketen (DP) eines optischen Datenpaketstromes (DS1), die jeweils durch einen 5 datenfreien Zeitabschnitt (L) getrennt sind, dadurch gekennzeichnet,
  - daß sendeseitig Leitweginformationen (li1,li2) in zugeordnete Frequenzgemische (FG1,FG2,SFG) umgesetzt werden,
  - daß durch Modulation eines Trägersignals (cs) mit diesen 10 Frequenzgemischen (FG1,FG2,SFG) Leitwegsignale (LS1,LS2) erzeugt werden,
  - daß die erzeugten Leitwegsignale (LS1,LS2) zumindest einem Datenpaket (DP1) vor- und/oder nachgestellt werden,
  - daß die Datenpakete (DP1,DP2) inklusive den vor- und nach- 15 gestellten Leitwegsignalen (LS1,LS2) übermittelt werden,
  - daß empfangsseitig die Leitwegsignale (LS1,LS2) hinsichtlich des für die Modulation benutzten Frequenzgemisches (FG1,FG2,SFG) ausgewertet werden und
  - daß die Datenpakete anhand den aus den Frequenzgemischen 20 (FG1,FG2,SFG) gewonnenen Leitweginformationen (li1,li2) vermittelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
  - 25 daß die Umsetzung der Leitweginformationen (li1,li2) in Leitwegsignale (LS1,LS2) durch Amplitudenmodulation eines Trägersignales (cs) mit einem Frequenzgemisch (FG1,FG2,SFG) durchgeführt wird.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
  - daß die Umsetzung der Leitweginformationen (li1,li2) in Leit- 35 wegsignale (LS1,LS2) durch Winkelmodulation eines Trägersignales (cs) mit einem Frequenzgemisch (FG1,FG2,SFG) durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- daß als Trägerfrequenz der Leitwegsignale (LS1,LS2) die oder die halbe Datenübertragungsrate gewählt wird und
- daß für die Modulation des Leitwegsignals (LS1,LS2) niedrige Frequente Modulationsfrequenzen benutzt werden.

5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß mit Hilfe des zumindest einem Datenpaket (DP1,DP2) nach-  
10 gestellten Leitwegsignals (LS2) eine Verbindung beendet wird.

6. Optisches Übertragungssystem (OTS) mit Leitweglenkung für Datenpakete (DP), die jeweils durch einen datenfreien Zeitabschnitt (L) getrennt sind,

- 15 - mit einer Sende- und einer Empfangseinheit (TU,RU),
- mit einer sendeseitig angeordneten Umsetzeinheit (CU) zum Umsetzen der Leitweginformationen (li1,li2) für zumindest ein Datenpaket (DP1) in durch Modulation eines Trägersignals (cs) mit einem Frequenzgemisch (FG1,FG2,SFG) erzeugte Leitwegsignale (LS1,LS2) sowie zum Anfügen der Leitwegsignale (LS1,LS2) vor und/oder nach einem Datenpaket (DP1,DP2),
- 20 - mit Übertragungsmitteln (OF1) zum Übertragen der Datenpakte (DP1,DP2) inklusive der vor- und nachgestellten Leitwegsignale (LS1,LS2),
- mit einer empfangsseitig angeordneten Auswerteeinheit (EVU) zum Erkennen und Auswerten der Leitwegsignale (LS1,LS2) und
- mit einer Schalteinheit (SWU) zum Durchschalten des zumindest einen Datenpaketes (DP1) anhand der durch die Auswertung der Leitwegsignale (LS1,LS2) ermittelten Leitweginformationen (li1,li2).

7. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

35 daß eine Synchronisationseinheit (SYNC) vorgesehen ist, die das Trägersignal (cs) des einem Datenpaket (DP1) vorgestellten Leitwegsignals (LS1) zur Taktsynchronisierung verwendet.

8. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 6 oder 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein empfangsseitig angeordneter, optischer Verzweiger  
5 (OK) zum Abteilen eines Teils des Datenpaketstromes (DS1)  
vorgesehen ist, wobei der abgeteilte Teil des Datenpaketstro-  
mes (DS12) an die Auswerteeinheit (EVU) weitergeleitet wird.

9. Optisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 6  
10 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,  
daß empfangsseitig ein optisches Verzögerungsglied (DE) zum  
Verzögern des Datenpaketstromes (DS11) um eine Mindestlänge  
vorgesehen ist, wobei sich die Mindestlänge aus der für die  
15 Auswertung des vorgestellten Leitwegsignals (LS1) und der zum  
Durchschalten des Leitweges (LW) benötigten Schaltdauer zu-  
sammensetzt.

10. Optisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 6  
20 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,  
daß das optische Verzögerungsglied (DE) zwischen dem opti-  
schen Verzweiger (OK) und der optischen Schalteinheit (SWU)  
angeordnet ist.

Zusammenfassung

Verfahren zur Leitweglenkung von Datenpaketen eines optischen Datenpaketstromes

5

Sendeseitig werden Leitweginformationen ( $li_1, li_2$ ) in zugeordnete Frequenzgemische (FG1, FG2) umgesetzt und mit Hilfe dieser durch Modulation eines Trägersignals (cs) Leitwegsignale (LS1, LS2) erzeugt. Die erzeugten Leitwegsignale (LS1, LS2)

10 werden zumindest einem Datenpaket (DP1) vor- und/oder nachgestellt und innerhalb eines optischen Datenpaketstromes (DS1, DS2) übermittelt. Empfangsseitig werden die Leitweginformationen ( $li_1, li_2$ ) hinsichtlich des für die Modulation benutzten Frequenzgemisches (FG1, FG2, SFG) ausgewertet und an-  
15 hand den aus den Frequenzgemischen (FG1, FG2, SFG) gewonnenen Leitweginformationen ( $li_1, li_2$ ) vermittelt.

Figur 3

FIG. 1

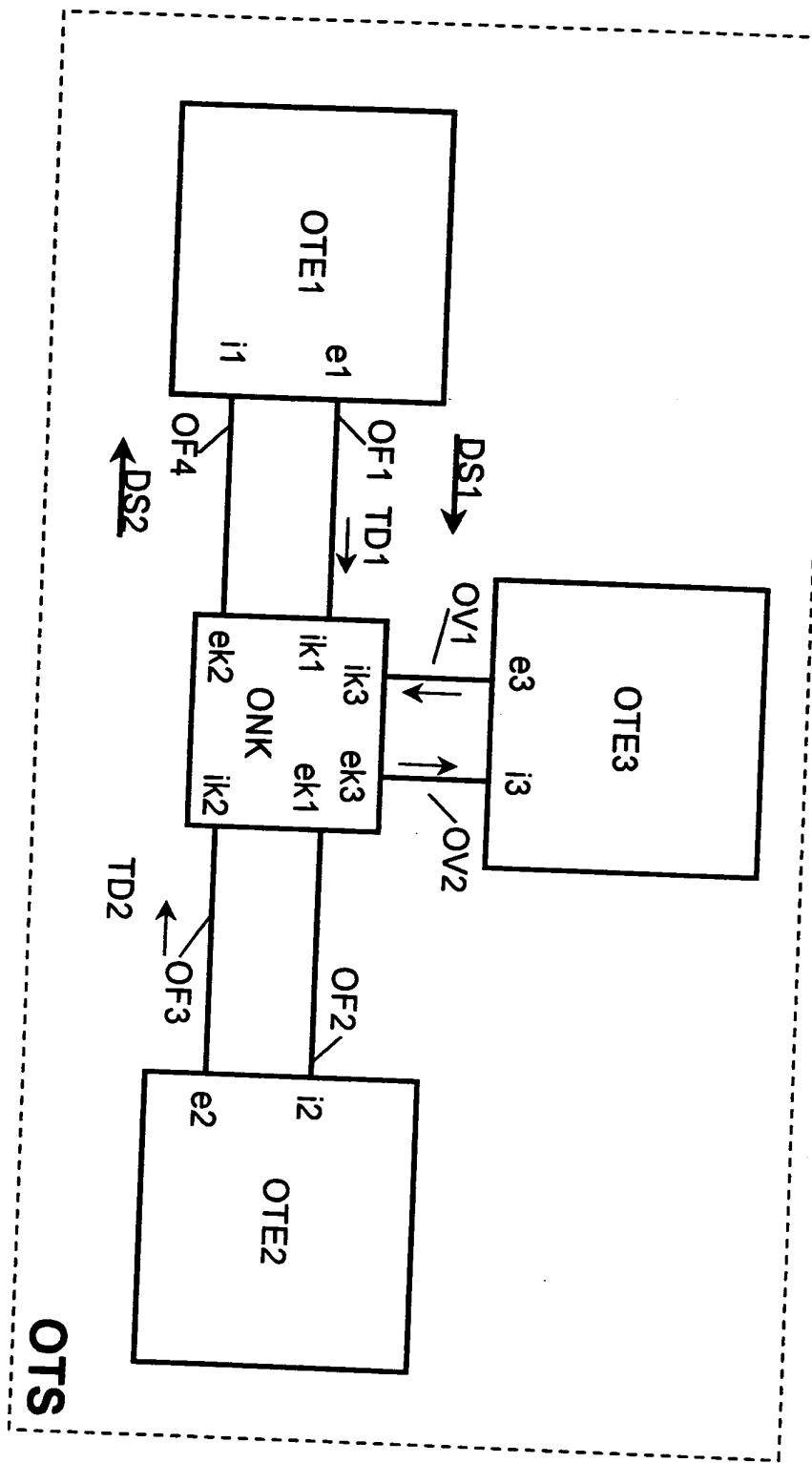


FIG. 2

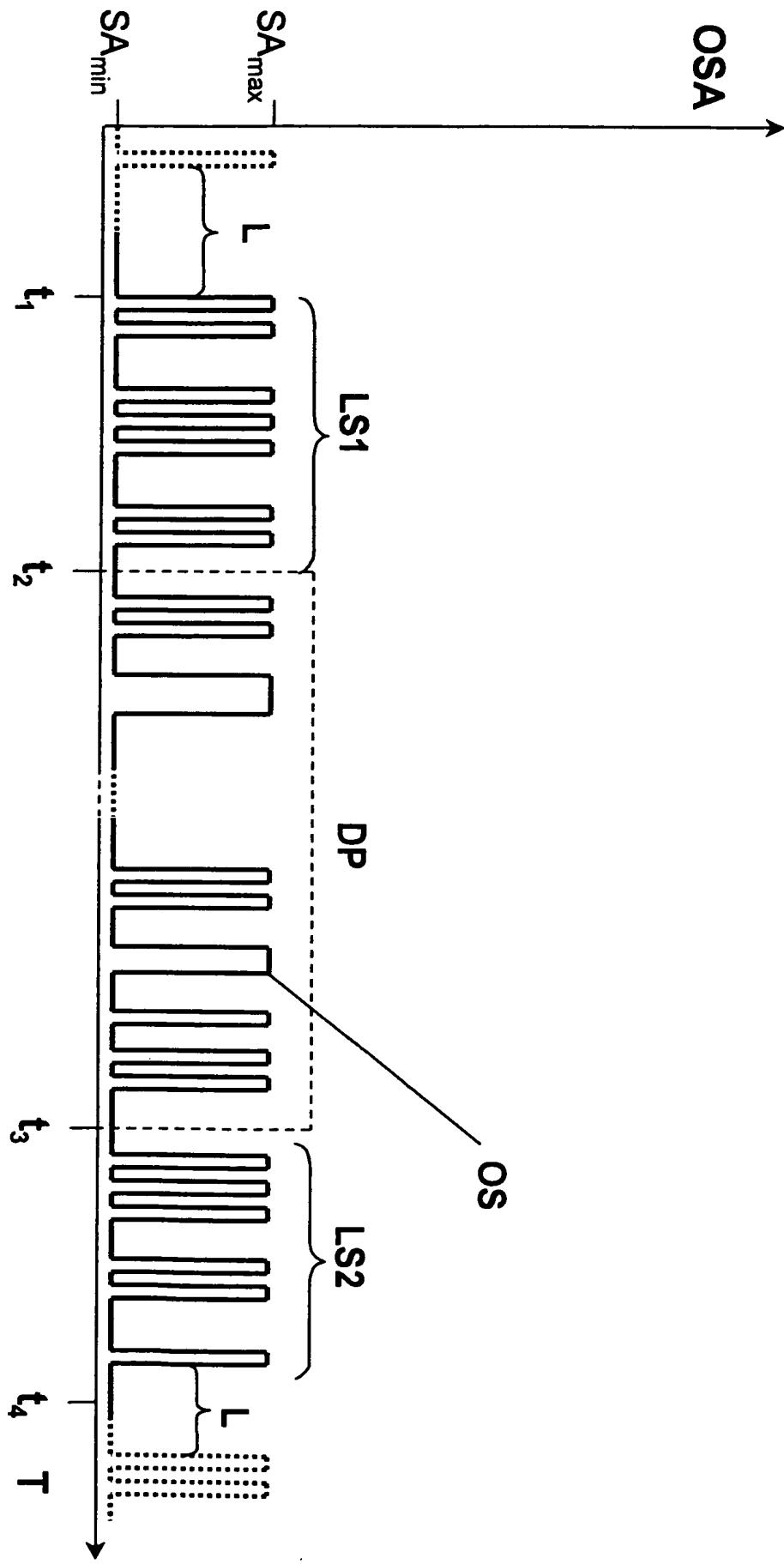


FIG. 3

